

(12) NACH DEM VERTRÄG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. Mai 2004 (21.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/042092 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **C21D 1/62**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/012259
- (22) Internationales Anmeldeatum: 3. November 2003 (03.11.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 51 486.0 5. November 2002 (05.11.2002) DE
- (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): LINDE AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Abraham-Lincoln-Str. 21, 65189 Wiesbaden (DE).
- (71) Anmelder (*nur für US*): JURMANN, Susanne (Erbin des verstorbenen Erfinders) [DE/DE]; Am Angerbach 4b, 83666 Waakirchen (DE).
- (72) Erfinder: JURMANN, Alexander (verstorbene).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): RIEF, Stephan [DE/DE]; Zum Teich 8, 71686 Remseck/Neckargröningen (DE). FRYEN, Heiko [DE/DE]; Hohenzollernring 94, 22763 Hamburg (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: LINDE AKTIENGESELLSCHAFT; Zentrale Patentabteilung, 82049 Höllriegelskreuth (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR RECYCLING GAS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR GASERÜCKGEWINNUNG

(57) Abstract: The invention relates to the recycling of gas used during the quenching process in a thermal treatment, for example. According to the invention, the gas is removed directly from the chamber (2) and is compressed to the pressure prevailing in the high-pressure container (1) rather than being decompressed into a gas buffer, an additional compression step (3) being connected if the pressure inside the chamber lies below a threshold value, wherefore conduits (10, 11) comprising overflow regulators (12, 13) lead to the individual compression steps.

(57) Zusammenfassung: Beispielsweise beim Abschreckprozess in der Wärmebehandlung wird das verwendete Gas einer Rückgewinnung zugeführt. Erfindungsgemäß wird das Gas nun nicht in einen Gasepuffer entspannt, sondern unmittelbar der Kammer (2) entnommen und mit einem Verdichter (4) auf den Druck des Hochdruckbehälters (1) verdichtet, wobei eine weitere Verdichtungsstufe (3) zugeschaltet wird, wenn der Druck in der Kammer einen Grenzwert unterschreitet. Dazu führen Leitungen (10, 11) mit Überströmreglern (12, 13) zu den einzelnen Verdichterstufen.

**WO 2004/042092 A1**

BeschreibungVerfahren und Vorrichtung zur Gaserückgewinnung

- Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Rückgewinnung von Gas aus einem mit unter Druck stehendem Gas arbeitenden Prozess, für welchen Gas aus einem Hochdruckbehälter in eine geschlossenen Kammer, in welcher der Prozess stattfindet, geführt wird, wobei das Gas zur Rückgewinnung mit mehreren Verdichtungsstufen verdichtet und wieder in den Hochdruckbehälter eingespeist wird.
- 10 Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Rückgewinnung von Gas aus einem mit unter Druck stehendem Gas arbeitenden Prozess, welcher das Gas einem Hochdruckbehälter entnimmt und welcher in einer geschlossenen Kammer stattfindet.

Bei einer Vielzahl von Prozessen werden unter Druck stehende Gase benötigt. Zu nennen sind hier Prozesse in der Wärmebehandlung, spezielle Verfahren beim thermischen Spritzen oder Laserschweißen. Eine Rückgewinnung von Gasen ist bei Prozessen, bei welchen das Gas unter hohem Druck steht, von besonderer Bedeutung, da die benutzten Gasmengen sehr groß sind und ein wirtschaftliches Betreiben dieser Prozess folglich nur möglich ist, wenn das Gas in einem Kreislauf geführt wird.

Beispielsweise stellt der Abschreckprozess in der Wärmebehandlung metallischer Werkstücke einen entscheidenden Arbeitsschritt dar. Dabei ist es wichtig, dass die Werkstücke sehr schnell und gleichmäßig abgekühlt werden, damit unerwünschte Veränderungen im Material, wie beispielsweise Phasenübergänge oder feine Risse, welche sich bei langsamer und ungleichmäßiger Abkühlung des Werkstücks einstellen, ausbleiben. Für das Abschrecken ist es folglich von entscheidender Bedeutung, dass eine große Menge an Gas sehr schnell in eine Abschreckkammer strömt und dort einen hohen Druck aufbaut. Der Abschreckprozess läuft in der Praxis folgendermaßen ab: Wenn das Werkstück in der Abschreckkammer bereit steht, wird ein Ventil zwischen Hochdruckbehälter und Abschreckkammer geöffnet und das Gas strömt

schlagartig von dem Hochdruckspeicher in die Abschreckkammer. Dabei steigt der Druck in der Abschreckkammer auf etwa 20 bar an, während der Druck im Hochdruckspeicher vom Ausgangsdruck, der bei ca. 30 bar liegt, auf etwa 22 bar abfällt. Nach dem Abschrecken wird ein Ventil zum Ablassen des Gases aus der Abschreckkammer geöffnet. Ist der Druck in der Kammer auf Umgebungsdruck gefallen, wird die Abschreckkammer geöffnet und das Werkstück entnommen. Als Abschreckkammer dient ein eigener geschlossener Behälter oder eine geschlossene Kammer, in welches das Werkstück eingebracht wird, oder der Wärmebehandlungsofen selbst. Anstelle eines Werkstücks kann auch eine Charge von Werkstücken abgeschreckt werden.

10

Wirtschaftlich und anwendungstechnisch sinnvoll ist es, das gebrauchte Gas einem Kreislauf zuzuführen, da die anfallenden Gasmengen sehr groß sind. Die Gaserückgewinnung wird normalerweise mit Hilfe eines Gasepuffers realisiert. Dazu wird die Abschreckkammer in einen Gasepuffer entleert, bis in der Abschreckkammer und im

15

Gasepuffer Druckausgleich herrscht. Der Gasepuffer ist dabei im allgemeinen ein Ballon und/oder Druckbehälter. Der Ballon dehnt sich bei Befüllung aus. Da das Gas am Ende im Ballon unter Atmosphärendruck vorliegt, beansprucht das Gas sehr viel Volumen und der gefüllte Ballon benötigt entsprechend viel Platz. Bevor das Gas in den Hochdruckbehälter rückgespeist wird, muss das Gas nun von Atmosphärendruck

20

aus auf den im Hochdruckspeicher vorliegenden Druck verdichtet werden. Da dieser sehr große Druckunterschied von einem einstufigen Verdichter nicht zu überbrücken ist, wird dazu ein mehrstufiger Verdichter eingesetzt. In einem mehrstufigen Verdichter sind mehrere Verdichter in Reihe geschaltet. Dabei verdichtet die unterste Stufe das Gas vom Ausgangsdruck aus auf einen höheren Druck. Von diesem Druck aus hebt

25

die nächste Stufe das Druckniveau wiederum auf eine höhere Stufe. Beliebig viele Stufen können folgen, bevor mit der Endstufe schließlich der Enddruck, welcher im Hochdruckbehälter vorliegt, erreicht wird. Von Nachteil ist bei dieser Methode der große Energieverlust, der dadurch entsteht, dass das Gas bei jedem Abschreckvorgang zuerst von dem hohen Druck der Kammer auf den tiefen Druck in dem

30

Gasepuffer entspannt wird und dann anschließend auf den hohen Druck der Hochdruckkammer wieder verdichtet wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Verfahren anzugeben, welche diese Nachteile des bekannten Verfahrens vermeidet und welches möglichst die gesamte, bei Umgebungsdruck verfügbare Gasmenge der Gaserückgewinnung zuführt.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Gas unmittelbar von dem jeweils in der Kammer vorliegendem Druck aus verdichtet wird, wobei zumindest eine weitere Verdichtungsstufe verwendet wird, wenn der Druck in der Kammer einen

- 5 Grenzwert unterschreitet. Erfindungsgemäß wird der Kammer solange Gas entnommen, bis der Druck in der Kammer den Grenzwert des Ansaugdruckes erreicht. Der Grenzwert des Ansaugdruckes wird dabei von der Auslegung der Verdichtungsstufe bestimmt, da für jeden Verdichter ein minimaler Ansaugdruck existiert, bis zu welchem hin der Verdichter das Gas auf den geforderten Druck verdichten kann und unterhalb dessen eine Verdichtung nicht mehr möglich ist. Nachdem nun mit einer Verdichtungsstufe die Kammer bis zu dem zugehörigen Grenzdruck entleert wurde, wird erfindungsgemäß eine weitere Verdichterstufe hinzugeschaltet. Mit dieser zweiten Verdichtungsstufe ist es möglich, das Gas bei dem niedrigeren Druck der Kammer zu entnehmen und für die nachfolgende Stufe zu verdichten. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren 10 wird somit zu jedem Zeitpunkt das gerade in der Kammer vorliegende Druckniveau sinnvoll genutzt. Da v. a. zu Beginn der Entnahme in der Kammer ein sehr hoher Druck vorliegt, welcher sogar oftmals nur geringfügig unter dem Druck des Hochdruckbehälters liegt, und welcher mit Entnahme zwar absinkt, aber immer noch sehr weit über dem Atmosphärendruck liegt und sich diesem dann langsam annähert, ist mit dem 15 erfindungsgemäßen Verfahren stets nur die Druckdifferenz zu überwinden, die gerade zwischen Kammer und Hochdruckbehälter liegt. Da nun folglich nur ein geringer Teil des Gases eine große Druckdifferenz zu überwinden hat, verkürzt sich die Verdichtungszeit beträchtlich und auch der zur Verdichtung notwendige Energiebedarf vermindert sich drastisch - im Vergleich zu einer Verdichtung von Atmosphärendruck 20 aus. Eine Verdichtung von Atmosphärendruck aus ist bei dem bisher üblichen Verfahren notwendig, bei welchem das Gas in einen Gasepuffer entspannt wird. Das dieser Gaspuffer bei dem erfindungsgemäßen Verfahren entfällt, ist von großem Vorteil, da der Gasepuffer aufgrund des großen Volumens des Gases unter Atmosphärendruck einen großen Raum beansprucht. Dies ist nicht nur bei engen Raumverhältnissen vorteilhaft, sondern die Platzersparnis wirkt sich wirtschaftlich vorteilhaft 25 aus. Darüber hinaus zeichnet sich das erfindungsgemäße Verfahren durch geringe Investitionskosten aus.

Das Problem, eine geschlossene Kammer mit hohem Gasdruck zu entleeren und dieses Gas in einem Behälter mit hohen Druck einspeisen zu müssen, tritt jedoch nicht 35

nur bei der Rückgewinnung von Gasen auf, sondern auch im Anlagenbau. Mit der Erfindung ist es nun möglich, den hohen Druck der Kammer zu nutzen und das Gas in einen Behälter zu fördern, in welchem ein Druck herrscht, der über dem Ausgangsdruck der Kammer liegt. Das erfindungsgemäße Vorgehen ist in allen Fällen ein-

5 setzbar, bei welchen eine derartige Situation vorliegt.

Vorteilhafterweise werden ein mehrstufiger Verdichter oder mehrere in Reihe geschaltete Verdichter verwendet. Mit besonderem Vorteil genügen dabei zwei oder drei Verdichtungsstufen, um den gesamten Druckbereich von Atmosphärendruck am Ende des

10 Entleervorgangs bis hin zum Druck des Hochdruckbehälters zu überbrücken.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die einzelnen Verdichtungsstufen entsprechend dem fallenden Entleerungsdruck der Kammer direkt angespeist. Bei der Verdichtung des Gases werden die Verdichtungsstufen (n Stufen) nacheinan-

15 der durchlaufen, wobei mit der untersten Verdichtungsstufe (erste Stufe) das Gas aus der Kammer entnommen und mit der höchsten Verdichtungsstufe (n-te Stufe) in den Hochdruckbehälter eingespeist wird. Zu Beginn der Entleerung wird nur eine Ver-

dichtungsstufe (n-te Stufe) benutzt. Diese entnimmt das Gas der Kammer, verdichtet es und speist es in den Hochdruckbehälter ein. Dabei fällt der Druck in der Kammer ab.

20 Wird nun der Grenzwert der höchsten Stufe (n-te Stufe) unterschritten, wird erfindungsgemäß die nächst niedrigere Stufe ((n-1)-te Stufe) hinzu geschaltet. Diese Stufe entnimmt nun das Gas der Kammer und verdichtet es auf einen Zwischendruck, der im allgemeinen dem Ansaugdruck der höchsten Stufe (n-ten Stufe) entspricht. Von dem Zwischendruck aus wird das Gas dann in der höchsten Stufe auf den Enddruck ver-

25 dichtet und in den Hochdruckbehälter eingespeist. Der Druck in der Kammer fällt mit Fortführung der Entnahme weiter und der Grenzdruck, bis zu welchem hin die (n-1)-te Verdichtungsstufe arbeitet, wird erreicht. Eine (n-2)-te Verdichtungsstufe wird nun hinzu geschaltet. Sie stellt nun die unterste Verdichtungsstufe dar, mit welcher die Ent-

30 nahme und die Verdichtung auf dem niedrigsten Druckniveau erfolgt. Die (n-1)-te Verdichtungsstufe verdichtet das Gas auf das nächsthöhere Druckniveau und mit der n-ten und höchsten Stufe wird schließlich der Enddruck erreicht. Die Druckdifferenzen, welche mit den einzelnen Stufen überwunden werden, sind dabei oftmals unterschiedlich groß und werden von den Eigenschaften der Verdichter in der jeweiligen Verdichtungsstufe bestimmt. Zur Verdichtung auf den geforderten Enddruck können dabei

35 beliebig viele Stufen n durchlaufen werden. Bei den einzelnen Verdichtungsstufen

handelt es sich dabei entweder um unterschiedliche in Reihe geschaltete Verdichter oder um die einzelnen Stufen eines mehrstufigen Verdichters. Die verschiedenen Verdichter bzw. die unterschiedlichen Verdichtungsstufen werden dabei dem erfindungsgemäßen Ablauf entsprechend verwendet.

5

In Ausgestaltung der Erfindung weisen die einzelnen Verdichterstufen unterschiedliche Verdichtungsleistung auf. Mit besonderem Vorteil wird dabei das Gas in der höchsten Verdichtungsstufe (n-te Stufe), mit welcher das Gas verdichtet wird, bevor eine weitere bzw. (n-1)-te Stufe hinzu geschaltet wird, mit der größten Verdichtungsleistung der einzelnen Verdichtungsstufen verdichtet. Dies kann durch entsprechende Dimensionierung dieses Verdichters oder durch Parallelschaltung von mehreren Verdichtern geschehen. Eine hohe Verdichtungsleistung in der höchsten Verdichterstufe reduziert die zur Verdichtung benötigte Zeit erheblich, da insbesondere zu Beginn der Entnahme große Gasmengen anfallen.

10

15 In Ausgestaltung der Erfindung liegt der Druck in der Kammer zu Beginn zwischen 6 und 60 bar und in der Hochdruckkammer zwischen 8 und 62 bar. So liegen auch die in der Wärmebehandlung üblichen Abschreckdrücke in der Abschreckkammer zwischen 6 und 60 bar.

20

Mit besonderem Vorteil wird das erfindungsgemäße Verfahren zur Rückgewinnung von Stickstoff, Argon oder Helium und deren Gemische verwendet. In der Wärmebehandlung erfolgt das Abschrecken oftmals mit Stickstoff. Deshalb wurde das erfindungsgemäße Verfahren mit besonderen Vorteilen für die Rückgewinnung von Stickstoff ausgelegt. Aber auch die Rückgewinnung von anderen Abschreckgasen, wie beispielsweise von Argon oder Helium sowie von Gemischen aus Stickstoff, Argon und Helium ist mit Vorteilen möglich. Da sich das erfindungsgemäße Verfahren durch niedrige Investitionskosten auszeichnet, ermöglicht es eine wirtschaftliche Rückgewinnung auch für im Verhältnis preiswerte Gase wie Stickstoff. Werden teuere Gase oder 25 Gasmischungen zur Abschreckung benutzt, welche auch bisher einer Rückgewinnung zugeführt wurden, verbilligt das erfindungsgemäße Verfahren die Rückgewinnung erheblich.

30 Die Aufgabe wird für die Vorrichtung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Kammer mit mindestens zwei in Reihe geschalteten Verdichtern, welche mindestens zwei

Verdichtungsstufen bilden, oder mit jeder Verdichtungsstufe eines mehrstufigen Verdichters über Verbindungsleitungen unmittelbar ohne Zwischenspeicher in Verbindung steht, wobei die Verbindungsleitungen sich öffnende und schließende Überströmregler oder Absperrglieder, welche mit einer die Absperrglieder steuenden Schalteinheit verbunden sind, enthalten und wobei die höchste Verdichtungsstufe (n-te Stufe) der in Reihe geschalteten Verdichter oder des mehrstufigen Verdichters mit dem Hochdruckbehälter in Verbindung steht. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es somit möglich, in einem mehrstufigen Verdichter die einzelnen, für unterschiedliche Druckbereiche zuständigen Verdichtungsstufen oder die unterschiedlichen Verdichter, die 5 durch ein in Reihe Schalten einen mehrstufigen Verdichter bilden, getrennt zu speisen. Damit wird es möglich, die jeweilige Verdichtungsstufe entsprechend ihrer Auslegung bezüglich des Druckbereichs einzusetzen. Die Leitungen führen dazu erfindungsgemäß zwischen die Stufen und leiten das Gas der nächsthöherliegenden Verdichtungsstufen zu. Die Verdichtungsstufen, die sich über dieser Stufe befinden, erreicht das Gas erst nach der Verdichtung in dieser Stufe. Existiert keine höhere Stufe 10 mehr, kommt das Gas in den Hochdruckbehälter. Überströmregler oder Absperrglieder sperren dazu die Leitungen, welche zu den tieferliegenden Verdichtungsstufen führen, ab und erwirken die Zuleitung in höherliegenden Verdichtungsstufen. Überströmregler sind mechanische Regler, die den vor dem Ventil vorliegenden Druck bestimmen und 15 sich entsprechend dieses Drucks öffnen oder schließen. Die Steuerung der Absperrglieder hingegen übernimmt die Schalteinheit. Zu der Schalteinheit gehört vorzugsweise ein Drucksensor zur Bestimmung des Drucks in der Kammer. Fällt der Druck in der Kammer unter den für die jeweilige Verdichtungsstufe spezifischen Grenzwert 20 öffnen und schließen die Überströmregler so, beziehungsweise stellt die Schalteinheit die Absperrglieder so ein, dass eine weitere, tieferliegende Verdichtungsstufe die Verdichtung in dem Druckbereich übernimmt, der unterhalb der bisherigen Verdichtungsstufe liegt, und die bisherige Stufe das von der tieferliegenden Stufe 25 kommende Gas nachverdichtet. Bei der Entleerung der Kammer verdichtet folglich zuerst die höchste Verdichtungsstufe (n-te Stufe), dann schaltet sich beziehungsweise schaltet die Schalteinheit die nächsttieferliegende Verdichtungsstufe ((n -1)-te Stufe) zu 30 und so weiter bis alle Verdichtungsstufen in Betrieb sind. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird es folglich unnötig, das Gas der Kammer in einen Gasepuffer zu entspannen und für die gesamte Gasmenge alle Stufen entsprechend ihrer Reihenfolge zu benutzen. Die Einsparung des Gasepuffers bedeutet eine enorme Platzersparnis.

In vorteilhafter Ausgestaltung ist die Schalteinheit mit einem an die Kammer angeordneten Drucksensor verbunden.

- 5 Vorteilhafterweise umfassen eine oder mehrere Verdichtungsstufen mehrere parallel geschaltete Verdichter, da sich die Verdichtungsleistung einer Stufe durch das parallel Schalten erhöht. Aber auch durch eine entsprechende Dimensionierung erhöht sich die Verdichtungsleistung einer Verdichtungsstufe.
- 10 Mit besondern Vorteilen findet das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung beim Abschreckprozess in der Wärmebehandlung ihre Verwendung.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird nun in zwei Varianten beispielhaft anhand der 15 schematischen Darstellung gemäß Figur 1 und Figur 2 näher erläutert.

- Figur 1 zeigt einen Hochdruckbehälter 1, eine einer Wärmebehandlung zugeordneten Abschreckkammer 2, Verdichter 3, 4, Absperrglieder 5, 6, 7, eine Schalteinheit 8 mit einem Drucksensor 9, die Leitungen 10, 11 und eine Gasversorgung 12. Die Werkstücke befinden sich für einen Abschreckprozess in der Abschreckkammer 2. In dem beispielsweise mit Stickstoff gefüllten Hochdruckbehälter 1 herrscht ein Druck  $p_1$  von 20 30 bar. Wird nun das Ventil 5 geöffnet strömt das Gas schlagartig aus dem Hochdruckbehälter 1 in die Abschreckkammer 2. Dabei fällt der Druck im Hochdruckbehälter von 30 auf 22 bar ab und der Druck in der Abschreckkammer steigt auf 20 bar. Danach 25 wird das Absperrglied 5, welches ebenso wie die anderen Absperrglieder als Ventil gestaltet ist, geschlossen. Nunmehr kann die Kühlung der Werkstücke mittels des im Kreis geführten Abschreckgases erfolgen. Nach der Abkühlung wird das Gas aus der Abschreckkammer rückgewonnen. Dazu wird zuerst Ventil 6 geöffnet, während Ventil 7 geschlossen bleibt. Das Gas strömt über die Leitung 10 in den Verdichter 4, welcher 30 die n-te Verdichtungsstufe bildet, und wird dort auf 30 bar verdichtet und in den Hochdruckbehälter 1 geleitet. Bei der Entnahme des Gases aus der Abschreckkammer 2 sinkt folglich der Druck  $p_2$  in der Abschreckkammer ab. Wird nun der Grenzwert, der für den Verdichter 4 bei beispielsweise 6 bar liegt, in der Abschreckkammer 2 unterschritten, wird Ventil 6 geschlossen und das Absperrglied 7 geöffnet. Das Gas gelangt 35 nun über die Leitung 11 in den Verdichter 3, der die (n -1)-te Verdichtungsstufe bildet,

und von dort aus weiter in den die n-te Verdichtungsstufe bildenden Verdichter 4. Der direkte Weg in den Verdichter 4 über die Leitung 10 ist hingegen durch das Absperrglied 6 versperrt. Die Steuerung der Absperrglieder wird dabei von der Schalteinheit 8 übernommen. Der Schalteinheit 8 ist dazu der Drucksensor 9 zugeordnet, welcher den

5 Druck p2 in der Abschreckkammer misst. Wird nun in der Abschreckkammer 2 mit diesem Drucksensor der grenzwertige Druck ermittelt, führt die Schalteinheit 8 den Schaltvorgang durch. Das Gas wird folglich nun zuerst in dem Verdichter 3 auf beispielsweise 6 bar verdichtet, bevor es im Verdichter 4 auf 30 bar verdichtet und in den Hochdruckbehälter 1 eingespeist wird. Die Gasversorgung 8 wird benötigt, um den

10 Kreislauf in Betrieb zunehmen und Verluste an Gas auszugleichen.

Figur 2 zeigt eine andere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die zu Figur 1 gleichen Bezugsziffern bezeichnen dabei gleiche Elemente. Hinzu kommen Überströmregler 12, 13 und ein Ventil 14. Zur Gaserückgewinnung

15 nach dem Abschreckprozess in der Abschreckkammer 2 wird zuerst das Ventil 14 geöffnet. Der Überströmregler 13, welcher in der Verbindungsleitung 11 angebracht ist, ist zu Beginn der Rückgewinnung zu, während der Überströmregler 12 der Verbindungsleitung 10 offen ist. Das Gas gelangt aus der Abschreckkammer 2 über die Verbindungsleitung 10 in den Verdichter 4 und wird mit dem Verdichter 4 auf den

20 Druck p1 des Hochdruckbehälters 1 verdichtet und in diesen gespeist. Dabei fällt der Druck p2 in der Abschreckkammer 2 ab. Der Verdichter 4 stellt somit die n-te Verdichtungsstufe dar. Wenn nun der Druck p2 in der Abschreckkammer 2 unter den minimalem Ansaugdruck der n-ten Verdichtungsstufe fällt, schließt sich der Überströmregler 12 und der Überströmregler 13 öffnet sich. Das Gas gelangt nun von

25 der Abschreckkammer aus in den Verdichter 3, wo es auf den Ansaugdruck des Verdichters 4 verdichtet wird. Danach wird es von dem Verdichter 4 auf den Druck p1 des Hochdruckbehälters verdichtet und in den Hochdruckbehälter 1 eingespeist. Folglich wird das Gas ohne Zwischenspeicher aus der Abschreckkammer und von dem in der Abschreckkammer vorliegenden Druck p2 zuerst von der (n -1)-ten Verdichtungsstufe und danach von der n-ten Verdichtungsstufe auf den Druck p1 des Hochdruckbehälters verdichtet.

30

Das erfindungsgemäße Verfahren kann beispielweise beim Härteln von Werkzeug aus Stahl zur Anwendung kommen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Rückgewinnung von Gas aus einem mit unter Druck stehendem Gas arbeitenden Prozess,  
für welchen Gas aus einem Hochdruckbehälter in eine geschlossenen Kammer, in  
welcher der Prozess stattfindet, geführt wird,  
wobei das Gas zur Rückgewinnung mit mehreren Verdichtungsstufen verdichtet  
und wieder in den Hochdruckbehälter eingespeist wird,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass das Gas unmittelbar von dem jeweils in der  
Kammer vorliegendem Druck aus verdichtet wird,  
10 wobei zumindest eine weitere Verdichtungsstufe verwendet wird, wenn der Druck  
in der Kammer einen Grenzwert unterschreitet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein mehrstufiger  
Verdichter oder mehrere in Reihe geschaltete Verdichter verwendet werden.  
15
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen  
Verdichtungsstufen entsprechend dem fallenden Entleerungsdruck der Kammer  
direkt angespeist werden.
- 20 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in der  
höchsten Verdichtungsstufe das Gas mit der größten Verdichtungsleistung  
verdichtet wird.
- 25 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der  
Druck in der Kammer zu Beginn zwischen 6 und 60 bar und im Hochdruckbehälter  
zwischen 8 und 62 bar liegt.
- 30 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass  
Stickstoff, Argon, Helium oder deren Gemische verdichtet werden.
7. Vorrichtung zur Rückgewinnung von Gas aus einem mit unter Druck stehendem  
Gas arbeitenden Prozess,  
bei welchem das Gas einem Hochdruckbehälter (1) entnommen  
und welcher in einer geschlossenen Kammer (2) zur Anwendung gebracht wird,

dadurch gekennzeichnet, dass die Kammer (2) mit mindestens zwei in Reihe geschalteten Verdichtern (3, 4), welche mindestens zwei Verdichtungsstufen bilden, oder mit jeder Verdichtungsstufe eines mehrstufigen Verdichters über Verbindungsleitungen (10, 11) unmittelbar ohne Zwischenspeicher in Verbindung steht,

wobei die Verbindungsleitungen (10, 11) sich öffnende und schließende Überströmregler (12, 13) oder Absperrglieder (6, 7), welche mit einer die Absperrglieder steuernden Schalteinheit (8) verbunden sind, enthalten und wobei die höchste Verdichtungsstufe (4) der in Reihe geschalteten Verdichter oder des mehrstufigen Verdichters mit dem Hochdruckbehälter (1) in Verbindung steht.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalteinheit (8) mit einem an der Kammer (2) angeordneten Drucksensor (9) verbunden ist.

15 9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8 dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere Verdichtungsstufen mehrere parallel geschaltete Verdichter umfassen.

10. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder Verwendung  
20 der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9 beim Abschreckprozess in der Wärmebehandlung.

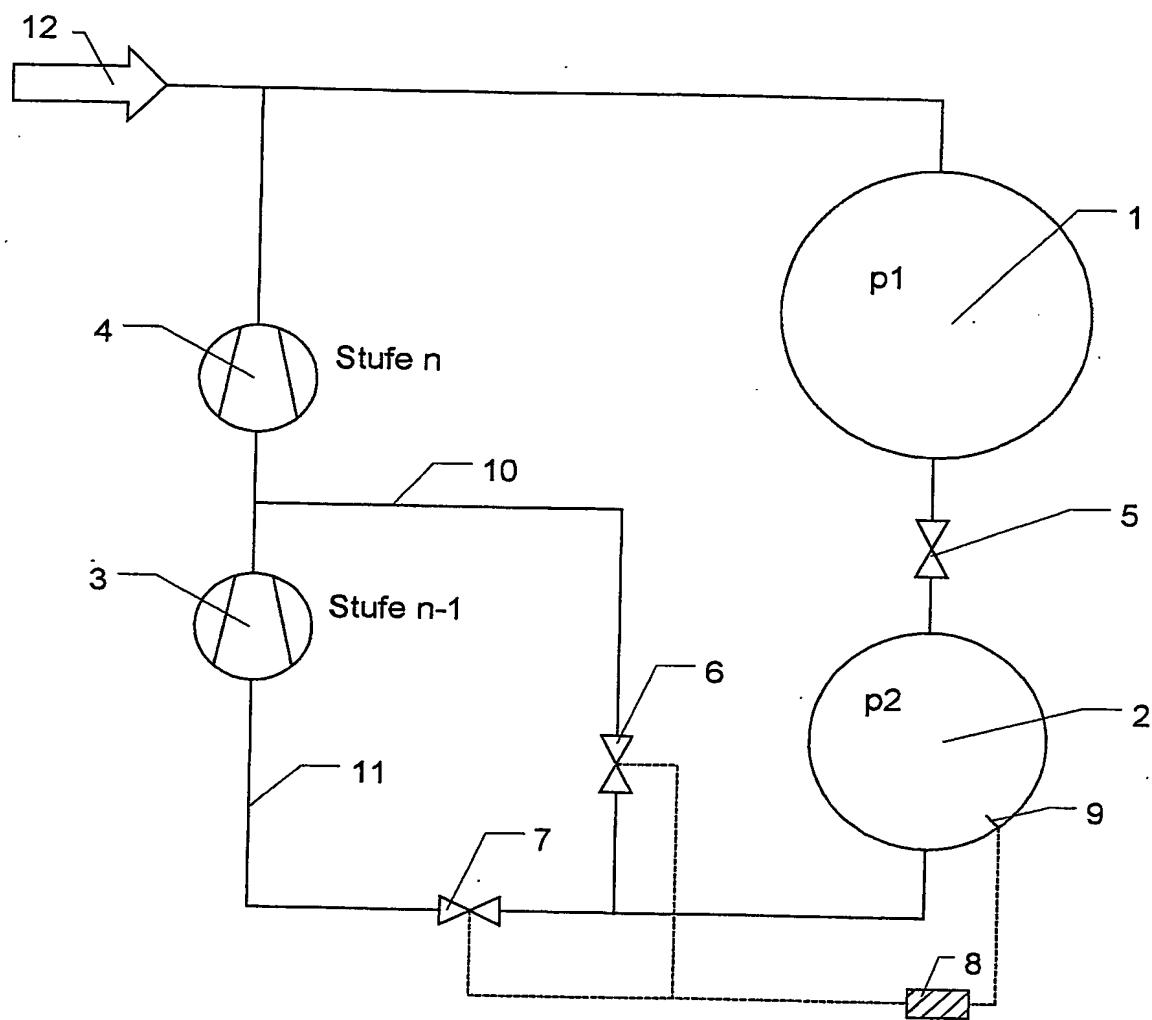


Fig. 1

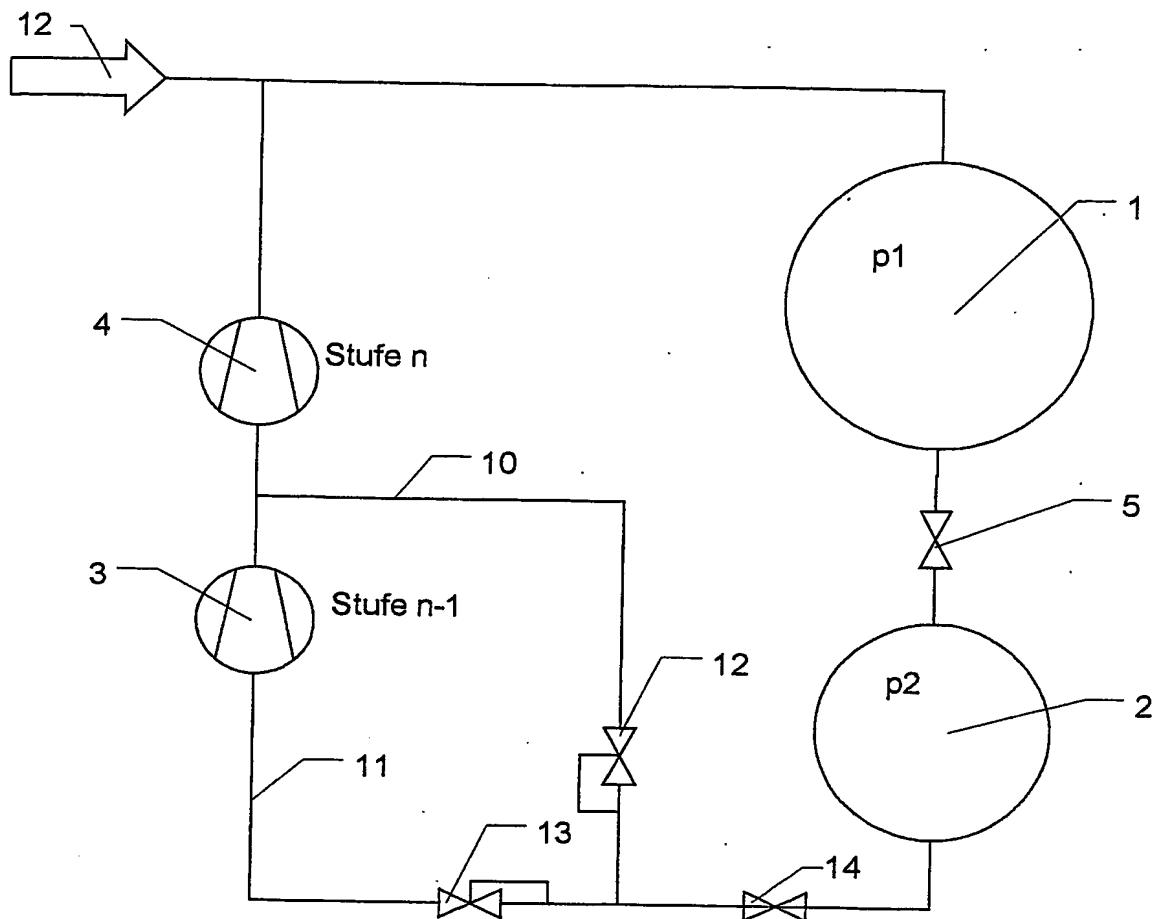


Fig.2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/12259

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 C21D1/62

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 C21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 158 625 A (DUCHATEAU ERIC ET AL) 27 October 1992 (1992-10-27) claim 1 ----- A EP 1 211 329 A (PRAXAIR TECHNOLOGY INC) 5 June 2002 (2002-06-05) page 4, paragraph 23 ----- P,A FR 2 835 907 A (AIR LIQUIDE) 15 August 2003 (2003-08-15) abstract -----	1-10 1-10 1-10

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

6 April 2004

Date of mailing of the International search report

15/04/2004

Name &amp; mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Faria, C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/12259

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 5158625	A	27-10-1992		FR 2660669 A1 CA 2039515 A1 DE 69107651 D1 DE 69107651 T2 EP 0451050 A1 ES 2069234 T3 JP 6207214 A		11-10-1991 05-10-1991 06-04-1995 06-07-1995 09-10-1991 01-05-1995 26-07-1994
EP 1211329	A	05-06-2002	US	2002104589 A1 BR 0105894 A CA 2364356 A1 CN 1366083 A EP 1211329 A2		08-08-2002 17-09-2002 04-06-2002 28-08-2002 05-06-2002
FR 2835907	A	15-08-2003	FR	2835907 A1		15-08-2003
			WO	03068998 A1		21-08-2003

## INTERNATIONA[REDACTED] RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/12259

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 C21D1/62

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBiete

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 C21D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 158 625 A (DUCHATEAU ERIC ET AL) 27. Oktober 1992 (1992-10-27) Anspruch 1 ----	1-10
A	EP 1 211 329 A (PRAXAIR TECHNOLOGY INC) 5. Juni 2002 (2002-06-05) Seite 4, Absatz 23 ----	1-10
P, A	FR 2 835 907 A (AIR LIQUIDE) 15. August 2003 (2003-08-15) Zusammenfassung ----	1-10

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"S" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

6. April 2004

15/04/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Faria, C

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP 03/12259**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5158625	A	27-10-1992	FR CA DE DE EP ES JP	2660669 A1 2039515 A1 69107651 D1 69107651 T2 0451050 A1 2069234 T3 6207214 A		11-10-1991 05-10-1991 06-04-1995 06-07-1995 09-10-1991 01-05-1995 26-07-1994
EP 1211329	A	05-06-2002	US BR CA CN EP	2002104589 A1 0105894 A 2364356 A1 1366083 A 1211329 A2		08-08-2002 17-09-2002 04-06-2002 28-08-2002 05-06-2002
FR 2835907	A	15-08-2003	FR WO	2835907 A1 03068998 A1		15-08-2003 21-08-2003